

за формулою (12) чисельного значення й аналізу існуючого стану варто прийняти одне з двох рішень:

1. Після усунення відмови одного елементу стежити за подальшим розвитком подій.

2. Починати обстежувати інші елементи.

Використовуючи поданий вище розрахунок, можна обслуговувати систему оптимально за критерієм витрат часу.

Впровадження наведеної вище методики дозволяє провести розрахунок кількості працівників, які мають обслуговувати автоматичну систему екологічного моніторингу для її безперервної роботи, та при обслуговуванні вибрати з ряду потенційно можливих відмов пріоритетний напрямок для їх ліквідації.

1. Аварии и катастрофы: предупреждение и ликвидация последствий / Под ред. В.А.Котляревского и А.В.Забегаяева. – М., 1995. – 320 с.

2. Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. – М.: Мир, 1980. – 260 с.

3. Биченок М.М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою. – К.: РНБО, Ін-т проблем національної безпеки, 2005. – 194 с.

4. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т.1. – М.: Мир, 1967. – 498 с.

5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964. – 576 с.

Отримано 30.11.2010

УДК 628.517.2

Ю.В.ЧУБАК, Ю.И.ЖИГЛО, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

БОРЬБА С ШУМОМ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

Рассмотрен комплекс вопросов, связанных с проблемой борьбы с шумом компрессорных установок. Изложены основные причины возникновения шума в компрессорных установках. Основное внимание уделено шуму аэродинамического происхождения, источникам шума, а также различным видам глушителей шума.

Розглянуто комплекс питань, пов'язаних з проблемою боротьби з шумом компресорних установок. Викладено основні причини виникнення шуму в компресорних установках. Основна увага приділена шуму аеродинамічного походження, джерелам шуму, а також різним видам глушників шуму.

The article deals with the complex issues associated with the problem of noise compressor units. The basic cause of the noise in the compressor. The main attention paid to the noise of aerodynamic origin, sources of noise, as well as different types of silencers.

Ключевые слова: шум, компрессорные установки, глушители шума.

Многие предприятия имеют компрессорные станции большой производительности. В процессе эксплуатации они создают значи-

тельный шум, который распространяется как на территории предприятия, так и в расположенных поблизости других производственных или жилых зданий.

Причинами возникновения шума в компрессорных установках являются как упругие колебания отдельных узлов, так и всей установки в целом. Источники – возмущающие силы аэродинамического, механического, электрического происхождения. Особенно велик уровень звукового давления, возникающий при пульсациях потока на всасывающей и нагнетающей линиях. Пульсации передаются через коммуникации на вспомогательное оборудование – ресиверы, холодильники, маслоотделители, которые, в свою очередь, становятся источниками воздушного шума. В целом, эти установки генерируют шум с уровнем звукового давления до 96 дБ, причем шум от вспомогательного оборудования достигает в некоторых случаях 100 дБ.

Мощные центробежные компрессорные и воздуходувные машины создают шум с уровнем, достигающим 100-108 дБ, с преобладающими высокочастотными тональными составляющими. При работе этих машин в основном возникают механические и аэродинамические шумы.

Большая же часть звуковой энергии при работе этих машин излучается тонкостенными переходными патрубками при пульсации потоков, вызываемой срывом вихрей с обтекаемых потоком тел, турбулентностью потока у поверхности обтекаемых тел, перемешиванием потоков, движущихся с разной скоростью. Особое влияние на повышение уровня шума у этих машин оказывают периодические пульсации давления газов и жидкостей во всасывающих и выхлопных системах и переходных патрубках между ступенями компрессоров.

Из изложенного очевидно, что шум в компрессорных установках имеет сложный характер и возникает в результате взаимодействия множества факторов, зависящих от конструктивных особенностей машин, установленных в машинных залах, от способа и тщательности их монтажа, вспомогательного оборудования и т.д. В этих установках источниками механического шума являются взаимодействие деталей, электрического – процессы, происходящие в электродвигателях, аэродинамического – процессы, совершающиеся внутри машин и трубопроводов.

Устранение источников возникновения механического и электрического шума является сложной технической задачей, решить которую можно, в основном, только разработав новые конструкции машин с более совершенными акустическими характеристиками.

Шум аэродинамического происхождения на действующих произ-

водствах может быть в некоторых случаях ослаблен путем применения различных мер технического порядка. Следует отметить, что шум аэродинамического происхождения вообще специфичен для цехов многих предприятий. Процессы стравливания воздуха или газов из систем, находящихся под давлением, продувка этих систем, работа КИПиА, прессов и других сопровождаются интенсивным шумом. К шумным объектам относятся также устройства для понижения давления газов в редукционных установках и т.д.

С учетом компоновки и эксплуатационных условий для снижения шума компрессоров на всасывании целесообразно использовать глушители трубчатого типа, которые просты в изготовлении, надежны в эксплуатации и обладают высокой эффективностью глушения в широком диапазоне звуковых частот.

Трубчатый глушитель представляет собой участок всасывающего канала, облицованный звукопоглощающим материалом.

Эффективность снижения шума на всасывании трубчатым глушителем составляет 13-15 дБ в диапазоне частот 63-8000 Гц при длине 1 м.

Для ослабления шума выбросов компрессоров малой производительности (205ВП-30/8, ВП-50/8) применяют глушители, у которых звукопоглощающий материал размещен по периметру трубы.

Для повышения заглушающей способности длину глушителей наращивают, используя нормализованные секции. Применение таких глушителей эффективно, если их диаметр не превышает 600-800 мм, а высота – 6-8 м. При больших диаметрах глушителей возникает необходимость увеличить их длину в несколько раз, что связано с большими трудностями. Вместо этого применяют трубчатые глушители шума выхлопа, у которых внутри, кроме звукопоглощаемого материала по периметру, равномерно располагаются по сечению специальные звукопоглощающие конструкции.

Наиболее мощным источником шума на газотурбинных компрессорных станциях является забор воздуха в осевые компрессоры.

Для снижения шума турбокомпрессоров К-500 и К-250 применяются глушители шума пластинчатого типа с кассетами, представляющими собой металлические рамы, заполненные минераловатными плитами ПП-80 (Т421-24-8-68) толщиной 100 мм. Плиты обернуты стеклотканью типа Э-0,1 (ГОСТ 8481-61) и после укладки в кассеты обшиваются стальной оцинкованной сеткой. Промежутки стен и потолка между кассетами облицованы звукопоглощающим материалом. Эффективность глушителя составляет 25 дБ на частоте 1000 Гц и 40 дБ на частоте 8000 Гц [1, 2].

Для заглушення шуму стравливання найбільш цілесообразно применение бутво-камерного глушителя, основными элементами которого являются слои бута или щебня, сквозь которые проходит воздушный поток [2, 4]. Эффективность глушителя составляет 13 дБ на частоте 63 Гц, 52 дБ на частоте 1000 Гц и 67 дБ на частоте 8000 Гц.

Для снижения шума, вызванного истечением воздушных или газовых потоков в атмосферу, применяются также камерные глушители аэродинамического шума, которые конструктивно представляют собой расширение канала, переходящее в камеру прямоугольного или круглого сечения, облицованную звукопоглощающим материалом.

В некоторых случаях для ослабления шума применяют конструкции глушителей, в которых совмещаются признаки различных глушителей, что увеличивает их эффективность.

Для ослабления шума в отечественной и зарубежной практике применяют глушители из пористых материалов – прессованных металлокерамических (на основе меди, никеля, нержавеющей стали), синтетических (на основе полиэтилена с различными добавками: асбестового волокна, стекловолокна), а также сетчатые глушители, у которых поглотителем шума является металлическая сетка из меди, бронзы, латуни или нержавеющей стали, помещенная в металлический корпус. Действие этих глушителей основано на явлении поглощения звуковой энергии при прохождении воздуха через поры материала.

Для снижения воздушного шума выхлопа пневмоцилиндров с рабочим диаметром до 300 мм и рабочим ходом поршня до 580 мм применяются глушители из пористой меди.

Глушители экономичны, малогабаритны, просты в изготовлении и имеют высокие шумопоглощающие свойства [3].

Синтетические и металлокерамические глушители отличаются простотой и надежностью при эксплуатации, обеспечивают высокую эффективность глушения шума, а также исключают глазной травматизм, так как стакан глушителя является одновременно фильтром тонкой очистки примесей и аэрозолей, содержащихся в сжатом воздухе [2, 4].

Шум выхлопа сжатого воздуха глушится в результате пропуска струй воздуха через мягкие поры синтетических материалов.

На промышленных предприятиях и в строительстве широко используются пневмоприводы. Однако их работа сопровождается большим шумом, уровень которого превышает допустимый санитарно-гигиеническими нормами на 10-15 дБ в диапазоне 50-10000 Гц [4].

Для снижения такого шума наиболее целесообразным является применение глушителей, которые обеспечивают низкое противодавление

ние потока обработавшего воздуха.

В кислородных цехах большой шум создается при выбросе в атмосферу азота, сжатого воздуха и кислорода в цехах разделения воздуха, а также при снижении давления кислорода.

Для глушения шума при выбросах в атмосферу применяют реактивные глушители, которые представляют собой несколько последовательно соединенных каналами камер расширения. Заглушение звука в этих глушителях происходит в результате образования волновой пробки, которая затрудняет распространение звуковой волны на некоторых частотах из-за инертности массы воздуха в трубках или отверстиях, соединяющих камеры.

Для глушения шума при выбросах азота и воздуха на кислородных установках используются подземные камерные фильтры, которые отличаются от воздушных габаритными размерами и уровнем сброса среды в атмосферу (на 2-3 м выше карниза здания кислородной станции).

При работе компрессоров возникает интенсивная вибрация трубопроводов и опорных конструкций на всасывающей линии вследствие сильных пульсаций газа.

Для уменьшения резонансных звуковых колебаний устанавливаются акустические фильтры, действие которых основано на интерференции волн, что достигается прохождением потока газа через камеры разного размера.

Анализ состояния работ в области разработки и внедрения мероприятий по предупреждению и снижению шума компрессорных установок показывает, что в последнее время наметилась тенденция перехода от реализации отдельных мероприятий по борьбе с шумом к разработке комплексных и организационных решений, основанных на результатах научных исследований и конструкторских разработках.

1.Лагунов Л.Ф. Борьба с шумом компрессорных установок. – М.: ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1977. – 52 с.

2.Пластилин П.И., Пластинина Э.Н. Глушение шума компрессорных машин. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1974. – 48 с.

3.Рахмилевич З.З. Компрессорные установки. – М.: Химия, 1989. – 272 с.

4.Тур В.П., Шаповал В.Е., Махонько Г.И. Борьба с шумом компрессорных и насосных установок. – К., 1974. – 45 с.

Получено 27.12.2010